



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

0500
#3

Applicant: MICHIO KADOTA
Serial No. 09/038,717
Filed: January 28, 1998
For: SURFACE ACOUSTIC WAVE DEVICE

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

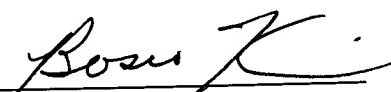
Submitted herewith is a certified copy of Japanese Priority Application No. 9-025001 filed February 7, 1998, to perfect the claim to priority, under the provision of 35 U.S.C. §119, in the above-identified application. It is respectfully requested that this application be accorded the benefit of the filing date of said earlier application and that the attached certified copy be entered into and made a part of the record herein.

Respectfully submitted,

MICHIO KADOTA

By: GRAHAM & JAMES, LLP

Per:


Bosco B. Kim
Reg. No. P-41,896
Attorney for Applicant

885 Third Avenue
New York, New York 10022
(212) 848-1000

July 2, 1998



日 本 国 特 許 庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1 9 9 7 年 2 月 7 日

出 願 番 号

Application Number:

平成 9 年特許願第 0 2 5 0 0 1 号

出 願 人

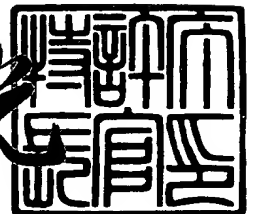
Applicant (s):

株式会社村田製作所

1 9 9 8 年 2 月 1 3 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Patent Office

荒井寿光



出証番号 出証特平 1 0 - 3 0 0 4 4 8 8

36856.64

【書類名】 特許願

【整理番号】 DP970012

【提出日】 平成 9年 2月 7日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H03H 9/15

【発明の名称】 表面波装置

【請求項の数】 7

【発明者】

 【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号 株式会社村田
 製作所内

 【氏名】 門田 道雄

【特許出願人】

 【識別番号】 000006231

 【郵便番号】 617

 【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号

 【氏名又は名称】 株式会社 村田製作所

 【代表者】 村田 泰隆

【代理人】

 【識別番号】 100086597

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 宮▼崎▲ 主税

【選任した代理人】

 【識別番号】 100095382

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 目次 誠

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 004776

 【納付金額】 21,000円

【書類名】 明細書

【発明の名称】 表面波装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 水晶基板と、前記水晶基板上に形成された圧電薄膜と、前記圧電薄膜に接するように形成されたインターデジタル電極とを備え、

前記水晶基板として、群遅延時間温度特性TC Dがマイナスの値をもつカット角及び伝搬方向の水晶基板が用いられており、かつ前記圧電薄膜が、漏洩弾性表面波の基本モードを励振し得る厚みに形成されており、該漏洩弾性表面波の基本モードを利用したことを特徴とする、表面波装置。

【請求項2】 前記圧電薄膜の厚み H (μm) の励振される漏洩弾性表面波の波長 λ (μm) で規格化された膜厚 H/λ が $0.01\sim0.15$ の範囲となるように構成されている、請求項1に記載の表面波装置。

【請求項3】 前記インターデジタル電極が圧電薄膜と水晶基板との間に形成されている、請求項1または2に記載の表面波装置。

【請求項4】 前記圧電薄膜上に形成された短絡電極をさらに備える、請求項3に記載の表面波装置。

【請求項5】 前記水晶基板のオイラー角が、 $(0, 119^\circ \sim 167^\circ, \theta)$ である、請求項1～4の何れかに記載の表面波装置。

【請求項6】 前記 θ が $+90^\circ \pm 5^\circ$ である、請求項5に記載の表面波装置。

【請求項7】 前記圧電薄膜が、 ZnO より構成されていることを特徴とする、請求項1～6の何れかに記載の表面波装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、水晶基板を用いた表面波装置に関し、特に、水晶基板上に圧電薄膜を積層してなり、漏洩弾性表面波の基本モードを利用した表面波装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、例えば移動体通信機器の帯域フィルタなどにおいて表面波装置が広く用いられている。表面波装置は、圧電体と接するように少なくとも一対のくし歯電極よりなる少なくとも1つのインターデジタル電極（IDT電極）を形成した構造を有する。

【0003】

表面波装置の基板材料としては、 LiNbO_3 、 LiTaO_3 、水晶などの圧電単結晶やPZT系圧電セラミックスのような圧電セラミックスが知られている。

【0004】

ところで、表面波装置において良好な特性を得るには、圧電材料として、電気機械結合係数の大きいものが求められる。また、用途によっては、電気機械結合係数が大きいだけでなく、温度特性が良好である、すなわち温度変化による特性の変化が小さいことが求められる。群遅延時間温度特性TCDが良好な基板材料としては、水晶が知られており、従来、水晶基板を用いて構成された表面波装置が種々提案されている。

【0005】

例えば、特開昭61-222312号公報には、水晶基板上に圧電薄膜を形成し、該圧電薄膜上にIDT電極を形成してなる表面波装置が開示されている。ここでは、STカットのオイラー角の水晶基板を用いて表面波の伝搬方向がX方向伝搬方向と略90°の角度となるように電極を形成することにより、音速が通常のレーリー波の約1.7倍の表面波を利用することができる旨が記載されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

前述したように、水晶基板の温度特性は良好であるものの、水晶基板を用いてレーリー波を励振した場合、レーリー波の音速が遅く、しかも十分大きな電気機械結合係数を得ることができないという問題があった。レーリー波を利用した従来の表面波装置では、群遅延時間温度特性TCDが良好な水晶基板を用いると、電気機械結合係数 k_s はただか3.7%であった。

【0007】

他方、水晶基板を用いた場合、上記レーリー波の他に漏洩弾性表面波が励振され、この漏洩弾性表面波の音速が比較的大きいことが知られている。

しかしながら、漏洩弾性表面波では、伝搬に伴う減衰量が大きく、従って、該漏洩弾性表面波は利用し難いとされていた。

【0008】

上記のように、水晶基板は温度特性が良好であるという利点を有するものの、温度特性が良好な水晶基板を用いた場合、レーリー波を利用すると音速が小さく、表面波装置の高周波化に対応することが困難であり、かつ漏洩弾性表面波は利用し難いと考えられていた。

【0009】

なお、特開昭61-222312号公報に記載の表面波装置では、上記構成により、レーリー波と異なる音速の大きな表面波を利用し得る旨が記載されているが、この先行技術で利用し得るとされている表面波は、実際には、2種類の近接した表面波SSBWとSTWが複合したものであるため、表面波共振子等に利用することが困難であった。

【0010】

本発明の目的は、水晶基板を用いた表面波装置であって、温度特性が良好であるだけでなく、電気機械結合係数が大きく、高周波化に適した表面波装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の発明は、水晶基板と、前記水晶基板上に形成された圧電薄膜と、前記圧電薄膜に接するように形成されたインターデジタル電極とを備え、前記水晶基板として、群遅延時間温度特性TCDがマイナスの値をもつカット角及び伝搬方向の水晶基板が用いられており、かつ前記圧電薄膜が、漏洩弾性表面波の基本モードを励振し得る厚みに形成されており、該漏洩弾性表面波の基本モードを利用したことを特徴とする、表面波装置である。

【0012】

請求項2に記載の発明は、前記圧電薄膜の厚み H (μm) の励振される漏洩弾性表面波の波長 λ (μm) で規格化された膜厚 H/λ が $0.01 \sim 0.15$ の範囲となるように構成されていることを特徴とする。

【0013】

請求項3に記載の発明は、前記インターデジタル電極が圧電薄膜と水晶基板との間に形成されていることを特徴とする。

請求項4に記載の発明は、前記圧電薄膜上に形成された短絡電極をさらに備えることを特徴とする。

【0014】

請求項5に記載の発明は、前記水晶基板のオイラー角が、 $(0, 119^\circ \sim 167^\circ, \theta)$ であることを特徴とする。

請求項6に記載の発明は、前記 θ が $+90^\circ \pm 5^\circ$ であることを特徴とする。

【0015】

本発明においては、上記圧電薄膜としては、水晶基板上に形成されて漏洩弾性表面波の基本モードを励振し得る適宜の材料が用いられ、このような圧電薄膜材料としては、 ZnO 、 AlN 、 Ta_2O_5 または CdS を挙げることができ、好ましくは、請求項7に記載のように、 ZnO 薄膜が用いられる。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の非限定的な実施例を説明することにより本発明を明らかにする。

【0017】

図1は、オイラー角 $(0, 132^\circ 45', 89^\circ)$ の水晶基板上にIDT電極を形成し、さらに ZnO 薄膜を種々の厚みで形成してなる表面波装置における表面波の音速と、 ZnO 薄膜の規格化された膜厚 H/λ の関係を示す図である。 H は、圧電薄膜の膜厚 (μm)、 λ は励振される表面波の波長 (μm) を示す。

【0018】

この表面波装置では、 ZnO 薄膜の規格化された膜厚 H/λ を所定の値とすることにより、実線Aで示す漏洩弾性表面波の基本モードと、破線Bで示すレーリ

一波とが励振されることがわかる。

【0019】

なお、図1では特に図示はしていないが、これらの表面波の他に、レーリー波の高次モードであるセザワ波や漏洩弾性表面波の高次モードもZnO薄膜の相対的膜厚 H/λ を所定の値とすることにより励振することができる。

【0020】

従って、図1から、上記水晶基板を用いることにより、レーリー波よりも音速の早い漏洩弾性表面波の基本モードを励振し得ることがわかる。

ところで、水晶基板の温度特性と、オイラー角との関係は、図2に示す通りである。すなわち、水晶基板では、オイラー角($0, \phi, 90^\circ$)のうち角度 ϕ を変化させることにより、温度特性TCDが変化し、角度 ϕ が $123^\circ \sim 177^\circ$ の範囲で温度特性TCDがマイナスの値をとることがわかる。また、上述したオイラー角($0, 132^\circ 75', 90^\circ$)の水晶基板上にIDT電極及びZnO薄膜を種々の膜厚で形成した表面波装置の温度特性TCDは、図3に示す通りとなる。

【0021】

なお、図3の実線Cは漏洩弾性表面波の基本モードを、破線Dはレーリー波を、一点鎖線Eは漏洩弾性表面波の高次モードを示す。

図3から、弾性表面波の基本モードを利用した場合、ZnO薄膜の規格化された膜厚 H/λ を0.05付近とすることにより、温度特性TCDを0とし得ることがわかる。

【0022】

すなわち、図2に示したように、水晶基板では、オイラー角を変化させることにより温度特性がマイナスとなり、オイラー角($0, 132^\circ 75', 90^\circ$)の水晶基板は温度特性TCDがマイナスであるが、温度特性TCDがプラスであるZnO薄膜を積層することにより、レーリー波に比べて音速の早い漏洩弾性表面波の基本モードを励振することができ、かつ温度特性TCDについてもほぼ0とし得ることがわかる。

【0023】

ところで、水晶基板上に圧電薄膜を形成してなる表面波装置の構造としては、図4 (a) ~ (d) に示す4種類の構造が考えられる。

すなわち、図4 (a) に示す表面波装置4では、水晶基板1上にIDT電極2が形成されており、該IDT電極2を覆うように水晶基板1上に圧電薄膜3が形成されている。

【0024】

図4 (b) に示す表面波装置5では、水晶基板1上に圧電薄膜3が形成されており、圧電薄膜3上にIDT電極2が形成されている。

図4 (c) に示す表面波装置7では、水晶基板1上にIDT電極2が形成されており、IDT電極2を覆うように圧電薄膜3が水晶基板1上に積層されており、圧電薄膜3上に短絡電極6が形成されている。

【0025】

図4 (d) に示す表面波装置8では、水晶基板1上に短絡電極6が形成されており、短絡電極6上に圧電薄膜3が形成されており、圧電薄膜3上にIDT電極2が形成されている。

【0026】

ところで、上記4種類の表面波装置4, 5, 7, 8について、上述した水晶基板を用い、圧電薄膜として種々の膜厚のZnO薄膜を形成して漏洩弾性表面波の基本モードの励振を試みたところ、図4 (a) に示す表面波装置4及び図4 (b) に示す表面波装置5及び図4 (c) に示す表面波装置7において漏洩弾性表面波の基本モードを励振することができ、図4 (d) に示す表面波装置8では漏洩弾性表面波の基本モードを十分な電気機械結合係数を有するように励振し得ないことがわかった。

【0027】

図5は、図4 (a) に示した表面波装置4において、電気機械結合係数と、ZnO薄膜の規格化された膜厚との関係を示す図である。図5において、実線Fは漏洩弾性表面波の基本モードを示し、一点鎖線Gは漏洩弾性表面波の高次モードを示す。図5から明らかなように、表面波装置4では、ZnO薄膜の規格化された膜厚 H/λ を0.01~0.15の範囲とすることにより、電気機械結合係数

を0.03より大きくすることがわかる。すなわち、従来の水晶基板を用いかつレーリー波を利用した表面波装置では得られない、大きな電気機械結合係数を実現し得ることがわかる。

【0028】

従って、水晶基板として、群遅延時間温度特性TCDがマイナスの値をもつカット角及び伝搬方向の水晶基板を用い、かつ圧電薄膜の厚みを、 H/λ が0.01～0.15の範囲とすることにより、電気機械結合係数の大きく、かつ温度特性TCDが良好な表面波装置を構成することができる。

【0029】

図6は、図4(b)に示す表面波装置5において、ZnO薄膜の膜厚 H/λ を変化させた場合の励振される表面波の電気機械結合係数の変化を示す図である。図6において、実線Hは漏洩弾性表面波の基本モードを、破線Iはレーリー波を、一点鎖線Jは漏洩弾性表面波の高次モードを示す。

【0030】

なお、図6に示した特性もまた、上述したオイラー角の水晶基板を用いた場合の結果である。

図6から明らかなように、図4(b)に示した表面波装置5においても、ZnO薄膜の規格化された膜厚 H/λ を0.01～0.15の範囲とすることにより、漏洩弾性表面波の基本モードを用いた場合、電気機械結合係数を高くし得ることがわかる。

【0031】

次に、図4(a)に示した構造の表面波装置において、ZnO薄膜の規格化された膜厚 H/λ を、それぞれ、0.009、0.032及び0.044の厚みとし、オイラー角($0, \phi, 90^\circ$)の角度 ϕ を変化させた場合の温度特性TCDの変化を図7に示す。

【0032】

図7において、実線Kは $H/\lambda = 0.032$ の場合を、一点鎖線Lは $H/\lambda = 0.044$ の場合を、破線Mは $H/\lambda = 0.009$ の場合の結果を示す。

図7から、上記3種類の膜厚のZnO薄膜の何れを形成した場合においても、

水晶基板のオイラー角において、角度 ϕ を、それぞれ、 $119^\circ \sim 137^\circ$ 及び $162^\circ \sim 178^\circ$ の範囲とすることにより、ZnO薄膜の規格化された膜厚 H/λ を適宜選択すれば、表面波装置の温度特性TCDを $0 \pm 20 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以下とすることがわかる。すなわち、オイラー角 $(0, \phi, 90^\circ)$ のうち、角度 ϕ を上記特定の範囲とすれば、形成されるZnO薄膜の膜厚を選択することにより、温度特性TCDの良好な表面波装置の得られることがわかる。

【0033】

よって、好ましくは、本発明においては、オイラー角が $(0, 119^\circ \sim 137^\circ, 90^\circ)$ 及び $(0, 162^\circ \sim 178^\circ, 90^\circ)$ の水晶基板が用いられ、それによってTCDの良好な表面波装置を得ることができる。なお、この場合、X軸方向の角度である 90° については、 90° に正確に合致される必要はなく、 $90^\circ \pm 5^\circ$ の範囲であれば、同様に温度特性TCDは良好であることが確かめられた。

【0034】

また、図7は、図4(a)に示した構造の表面波装置を構成した場合の結果であるが、図4(b)及び(c)に示した表面波装置5, 7においても、同様に、水晶基板のオイラー角を $(0, 119^\circ \sim 137^\circ, \theta)$ 及び $(162^\circ \sim 178^\circ, \theta)$ とすれば、温度特性TCDを良好とし得ることが確かめられた。なお、 θ は、 $+90^\circ \pm 5^\circ$ である。

【0035】

図8は、図4(a)に示した表面波装置において、オイラー角を変化させた場合の電気機械結合係数 k の変化を示す図である。なお、実線NはZnO薄膜の規格化された膜厚 H/λ が0.032の場合を、一点鎖線Oは $H/\lambda = 0.044$ の場合を、破線Pは $H/\lambda = 0.009$ の場合を示す。

【0036】

図8から明らかなように、電気機械結合係数 k を高めるという観点からは、オイラー角 $(0, \phi, 90^\circ)$ において、角度 ϕ については、 $119^\circ \sim 167^\circ$ の範囲とすればよく、それによって大きな電気機械結合係数の得られることがわかる。なお、X方向の角度については、正確に 90° に合致される必要は必ずし

もなく、 $+90^{\circ} \pm 5^{\circ}$ の範囲であれば、同様に、 $\phi = 119^{\circ} \sim 167^{\circ}$ の範囲で大きな電気機械結合係数の得られることが確かめられた。

【0037】

同様に、図4（b）及び（c）に示した表面波装置5，7においても、角度 ϕ を上記特定の範囲とすることにより、大きな電気機械結合係数の得られることが確かめられた。

【0038】

従って、本発明に係る表面波装置では、好ましくは、上記オイラー角（ $0, \phi, \theta$ ）は、（ $0, 119^{\circ} \sim 167^{\circ}, +90^{\circ} \pm 5^{\circ}$ ）の範囲とされ、それによって漏洩弾性表面波の基本モードを利用した場合の電気機械結合係数を従来の水晶基板を用いた表面波装置では得られない程度に高め得ることがわかる。

【0039】

よって、本発明において、より好ましい態様としては、図4（a）に示した表面波装置4において、オイラー角が（ $0, 119^{\circ} \sim 138^{\circ}, \theta$ ）、但し、 $\theta = +90^{\circ} \pm 5^{\circ}$ の水晶基板上に、IDT電極を形成し、さらにZnO薄膜を形成した構造を挙げることができる。

【0040】

【発明の効果】

請求項1に記載の発明に係る表面波装置では、水晶基板として、群遅延時間温度特性TCDがマイナスの値をもつカット角及び伝搬方向の水晶基板が用いられており、圧電薄膜として、漏洩弾性表面波の基本モードを励振し得る厚みに形成されており、圧電薄膜の温度特性TCDはプラスの値を有するため、漏洩弾性表面波の基本モードを利用した表面波装置であって、温度特性が良好な表面波装置を提供することが可能となる。

【0041】

請求項2に記載の発明では、圧電薄膜の規格化された膜厚 H/λ が上記特定の範囲とされているため、温度特性TCDが良好であるだけでなく、電気機械結合係数が大きな表面波装置を、漏洩弾性表面波装置の基本モードを利用した表面波装置として構成することが可能となる。

【0042】

請求項5に記載の発明によれば、水晶基板のオイラー角が $(0, 119^\circ \sim 167^\circ, \theta)$ の範囲とされているため、漏洩弾性表面波の基本モードを利用した表面波装置であって、温度特性が良好であり、かつ電気機械結合係数が大きな表面波装置を確実に提供し得る。

【図面の簡単な説明】

【図1】

オイラー角 $(0, 132^\circ 75', 90^\circ)$ の水晶基板上にZnO薄膜を形成した表面波装置のZnO薄膜の規格化された膜厚 H/λ と、音速との関係を示す図。

【図2】

オイラー角 $(0, \phi, 90^\circ)$ の水晶基板において、角度 ϕ を変化させた場合の温度特性TCDを説明するための図。

【図3】

オイラー角 $(0, 132^\circ 75', 90^\circ)$ の水晶基板上に圧電薄膜を形成してなる表面波装置において、ZnO薄膜の規格化された膜厚 H/λ と、温度特性TCDとの関係を説明するための図。

【図4】

(a)～(d)は、それぞれ、表面波装置の積層構造例を説明するための各断面図。

【図5】

オイラー角 $(0, 132^\circ 75', 90^\circ)$ の水晶基板上にIDT電極及びZnO薄膜をこの順次で積層してなる表面波装置における、ZnO薄膜の規格化された膜厚 H/λ と電気機械結合係数との関係を示す図。

【図6】

オイラー角 $(0, 132^\circ 75', 90^\circ)$ の水晶基板上にZnO薄膜及びIDT電極をこの順次で積層してなる表面波装置において、ZnO薄膜の規格化された膜厚 H/λ と電気機械結合係数との関係を示す図。

【図7】

オイラー角 ($0, \phi, 90^\circ$) の水晶基板上に I D T 電極及び Z n O 薄膜をこの順次で積層してなる表面波装置において、角度 ϕ を変化させた場合の温度特定 T C D の変化を説明するための図。

【図 8】

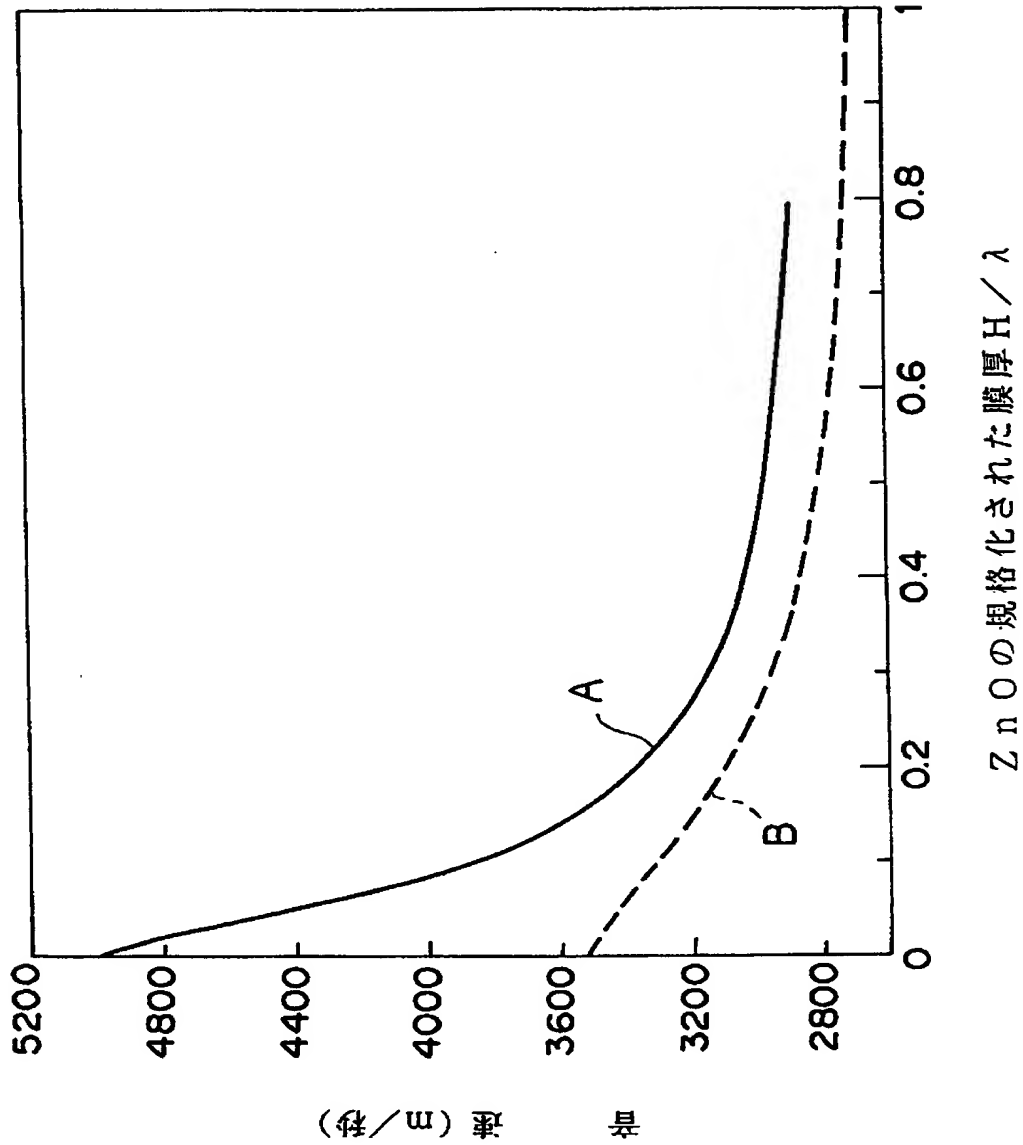
オイラー角 ($0, \phi, 90^\circ$) の水晶基板上に I D T 電極及び Z n O 薄膜をこの順次で積層してなる表面波装置において、角度 ϕ を変化させた場合の電気機械結合係数 k の変化を説明するための図。

【符号の説明】

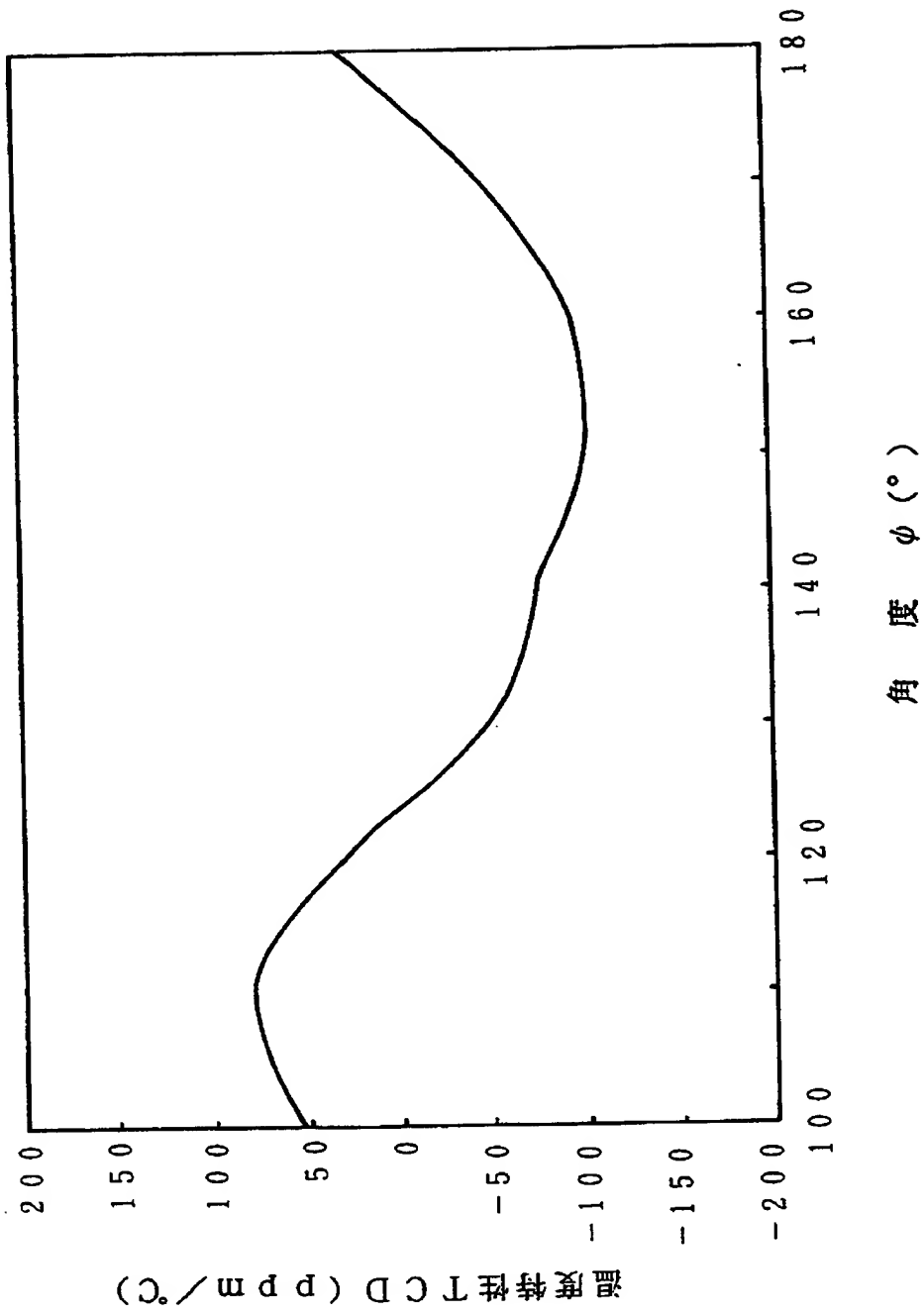
- 1 … 水晶基板
- 2 … I D T 電極
- 3 … 圧電薄膜
- 4, 5, 7, 8 … 表面波装置
- 6 … 短絡電極

【書類名】 図面

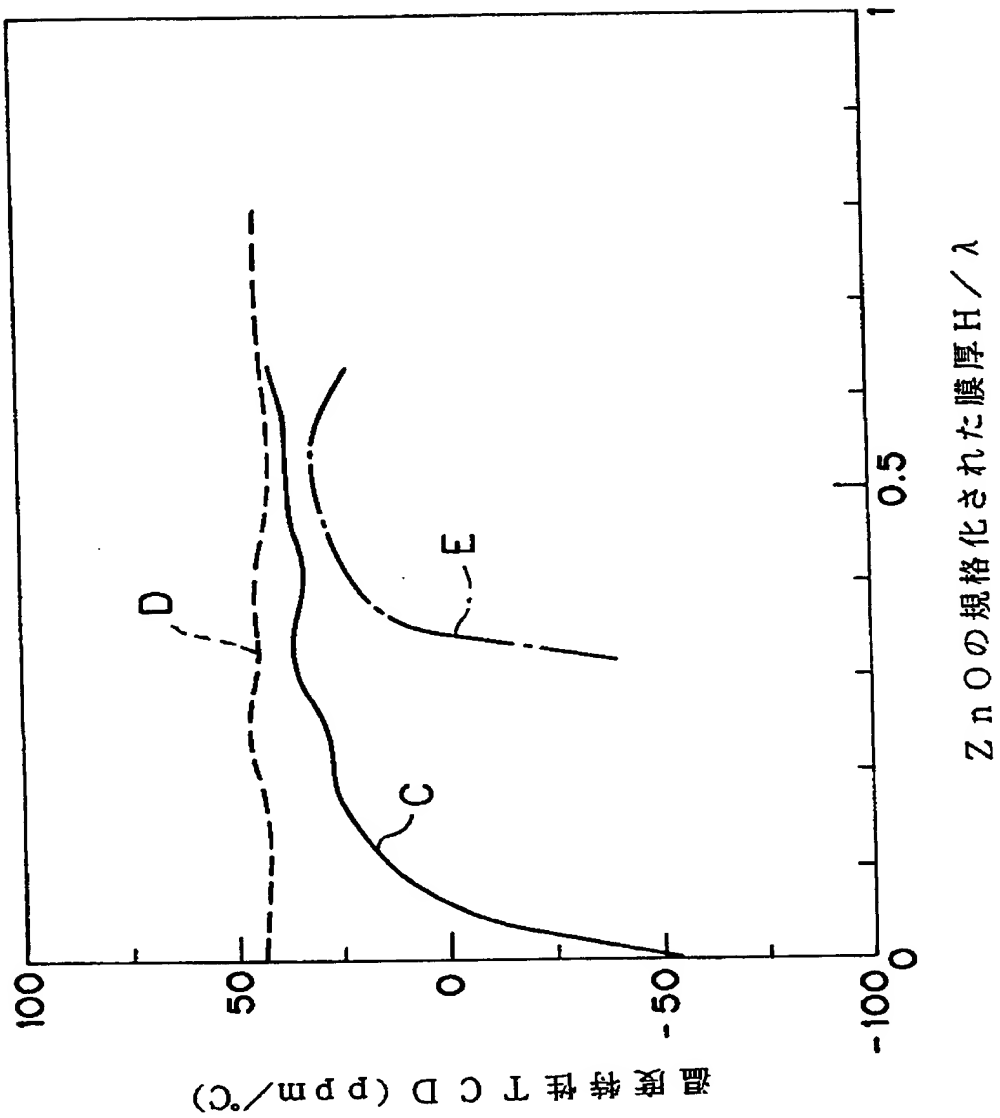
【図1】



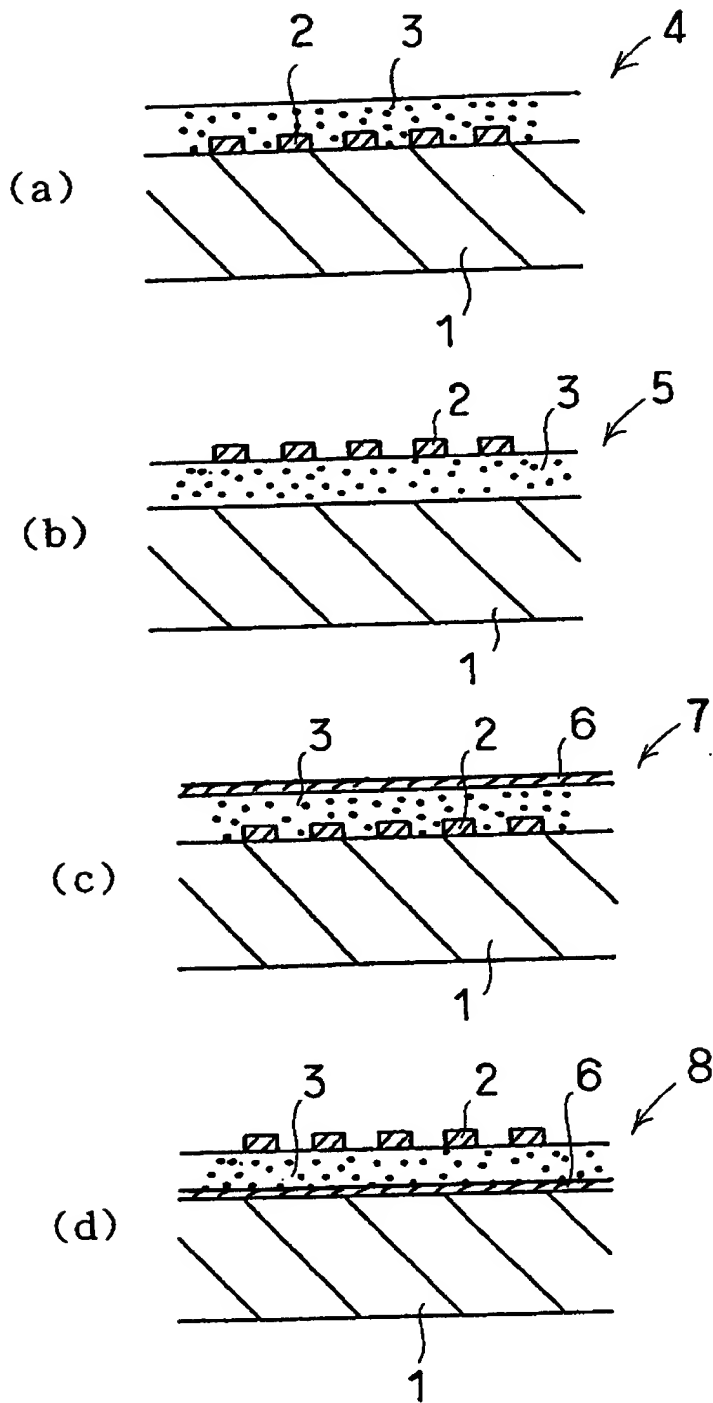
【図2】



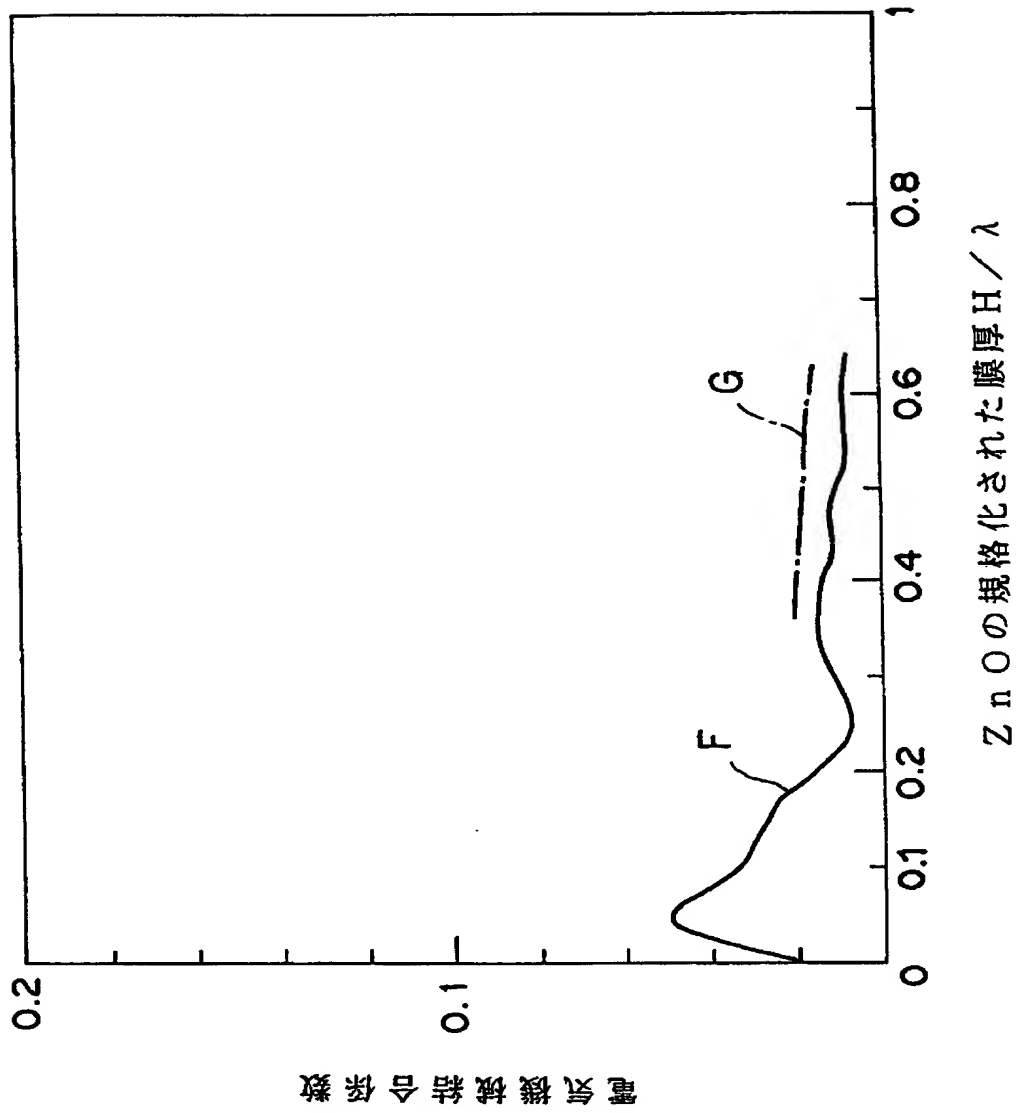
【図3】



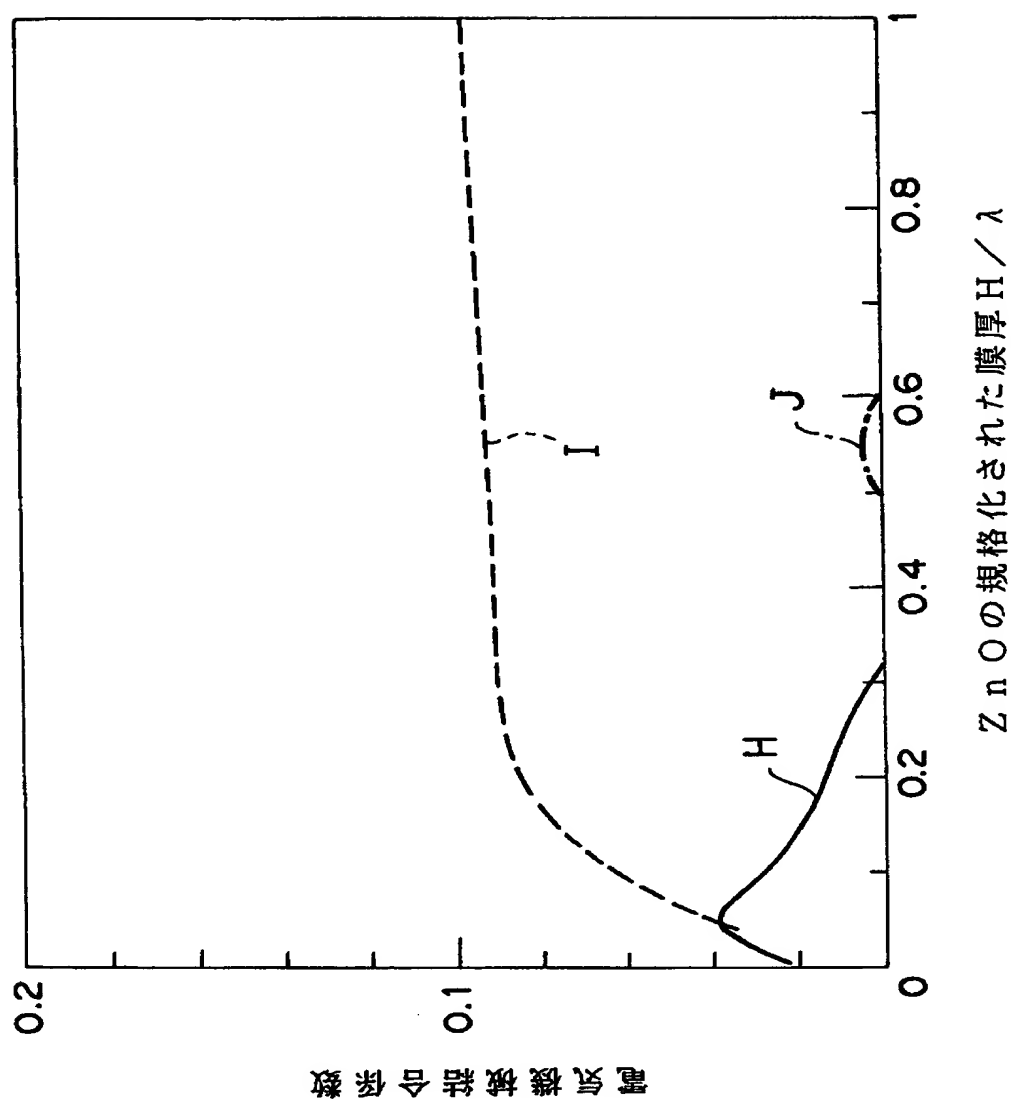
【図4】



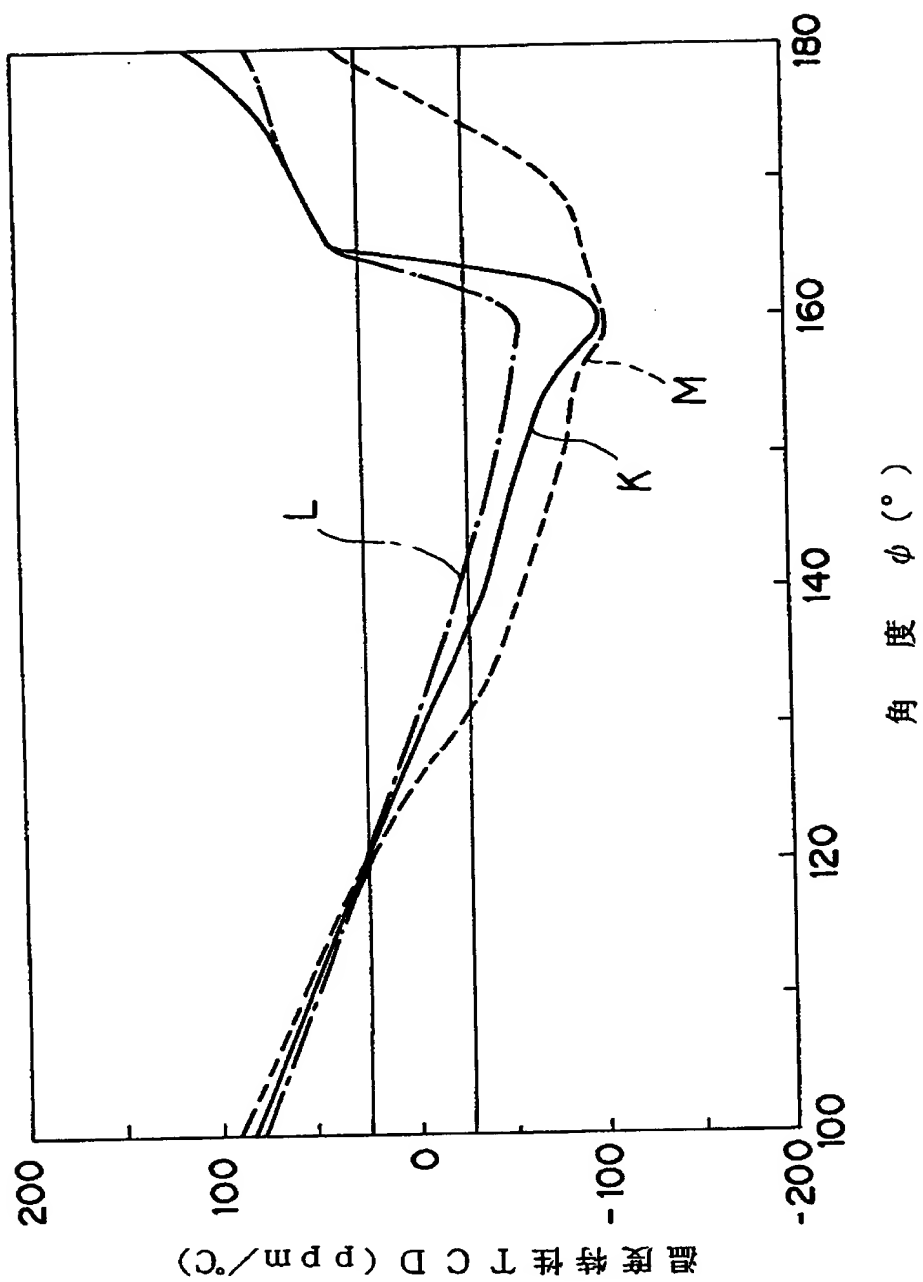
【図5】



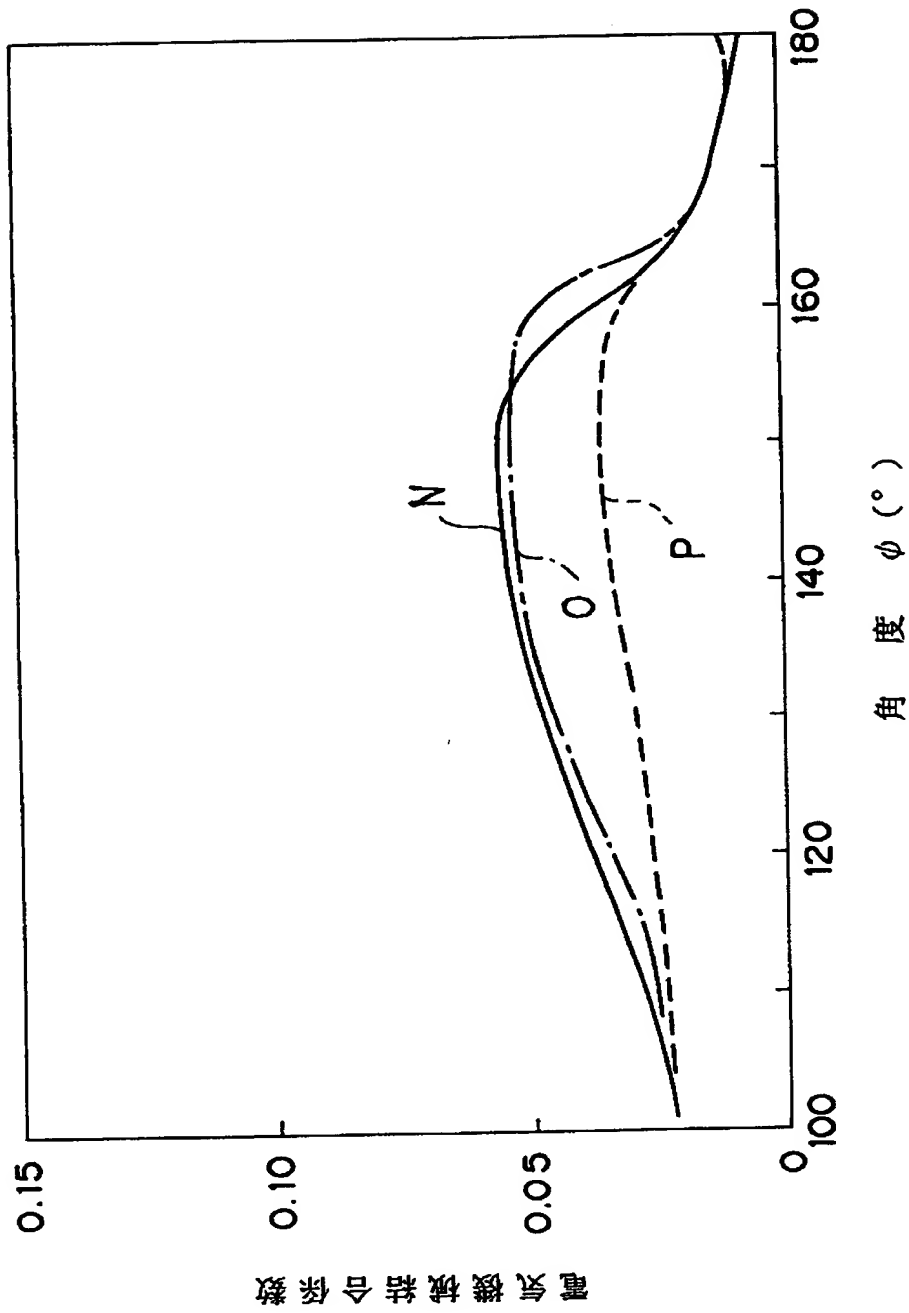
【図6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 漏洩弾性表面波の基本モードを利用した表面波装置であり、温度特性TC Dに優れ、かつ電気機械結合係数 k の大きな表面波装置を提供する。

【解決手段】 水晶基板上に圧電薄膜を形成し、該圧電薄膜に接するようにIDT電極を形成してなり、水晶基板として群遅延時間温度特性TC Dがマイナスの値をもつカット角及び伝搬方向の水晶基板1が用いられており、圧電薄膜2が、漏洩弾性表面波の基本モードを励振し得る厚みに形成されていることを特徴とする表面波装置4。

【選択図】 図4

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000006231

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号

【氏名又は名称】 株式会社村田製作所

【代理人】 申請人

【識別番号】 100086597

【住所又は居所】 大阪府中央区谷町1丁目6番5号 西村ビル 宮▲
崎▼・目次特許事務所

【氏名又は名称】 宮▼崎▲ 主税

【選任した代理人】

【識別番号】 100095382

【住所又は居所】 大阪府中央区谷町1丁目6番5号 西村ビル 宮▲
崎▼・目次特許事務所

【氏名又は名称】 目次 誠

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006231]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 京都府長岡京市天神二丁目26番10号
氏 名 株式会社村田製作所



Creation date: 08-03-2003
Indexing Officer: TLY1 - TUYEN LY
Team: CENTRALSCANPRINT
Dossier: 09038717

Legal Date: 28-01-1998

No.	Doccode	Number of pages
1	IDS	1
2	FORI01	6
3	WFEE	1

Total number of pages: 8

Remarks:

Order of re-scan issued on